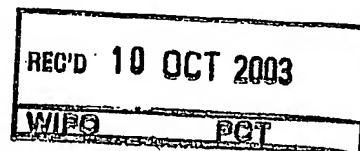


#2

PCT/JP03/10679

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

25.08.03



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 8 月 2 3 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 4 4 1 9 6  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 4 1 9 6]

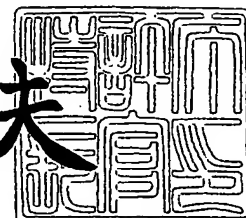
出 願 人  
Applicant(s): イーメックス株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 2 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P2561EM06

【提出日】 平成14年 8月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市宇保町5番16-608号 イーメックス  
株式会社内

【氏名】 大西 和夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府池田市宇保町5番16-608号 イーメックス  
株式会社内

【氏名】 瀬和 信吾

【特許出願人】

【識別番号】 302014860

【氏名又は名称】 イーメックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100104581

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮崎 伊章

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049456

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 図面 1

【包括委任状番号】 0203698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メッキによる電極形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体電解質成形品を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液とが配され、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の還元剤溶液側の界面付近に金属を析出させて固体電解質成形品に電極を形成する電極形成方法。

【請求項 2】

前記固体電解質成形品が相対する 2 面を備えている請求項 1 に記載の電極形成方法。

【請求項 3】 前記固体電解質成形品が管状若しくは筒状の固体電解質成形品であり、

前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることが、

(1) 前記固体電解質成形品の外側面が還元剤溶液と接するように前記固体電解質成形品を還元剤溶液に浸漬し、金属塩溶液を前記固体電解質成形品の内側に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の外側面に金属を析出させる工程、または

(2) 前記固体電解質成形品の外側面が金属塩溶液と接するように前記固体電解質成形品を金属塩溶液に浸漬し、還元剤溶液を前記固体電解質成形品の内側に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の内側面に金属を析出させる工程、

のいずれかの工程により行われる電極形成方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかの項に記載の電極形成方法により電極を形成するアクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

固体電解質の表面付近に電極を形成する電極形成方法及び、その電極形成方法

を用いて電極を形成するアクチュエータの製造方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

屈曲若しくは変位が可能なアクチュエータ、特に高分子アクチュエータは、その柔軟性によりカテーテル等の駆動部として用いられている。前記アクチュエータとしては、例えば、イオン交換樹脂膜とその表面に相互に接合した金属電極からなり、該イオン交換樹脂膜の含水状態において、金属電極間に電位差をかけることによりイオン交換樹脂成形品に湾曲または変形を生じさせることが可能であるアクチュエータとして用いることができる。このアクチュエータとしては、特許第2961125号において、イオン交換樹脂膜に白金錯体あるいは金錯体を吸着させて、還元剤で還元し、無電解メッキにより電極の形成を行い、この吸着・還元の工程を繰り返していた。この電極形成方法により、イオン交換樹脂膜の内部方向に金属が成長するので、イオン交換樹脂膜に施されるメッキ量を多くすることが可能であり、大きな電極表面積を得ることが可能であるために、屈曲若しくは変位が大きいアクチュエータを得ることができる。特に、上記の電極形成方法は、固体電解質であるイオン交換樹脂膜に形成される金属電極層が断面においてフラクタル構造を形成しており、大きな電極表面積を有するので、屈曲若しくは変位が大きいアクチュエータを得ることが可能である。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の大きな電極表面積を有するアクチュエータを得るには、前記の無電解メッキによる電極形成方法により電極を形成する必要があるため、吸着工程と還元工程を繰り返して行うために数日間の製造日数が必要とされる。そのため、前記アクチュエータを大量に生産するには、電極層を形成するための工程を短縮する必要がある。また、吸着工程から還元工程へ、または還元工程から吸着工程へ移る際に、イオン交換樹脂膜を引き上げるなど、人手も必要である。

#### 【0004】

また、金属塩溶液の吸着工程と還元剤による還元工程とを繰り返さずにイオン交換樹脂膜に電極層を形成する方法としては、特公昭56-36873において

、イオン交換膜を挟んで、その一面に濃度3重量%の金属塩溶液を配し、他面から濃度10重量%の還元剤溶液を浸透せしめて、金属塩溶液側の膜面上に金属層を析出せしめる還元剤浸透法が提案されている。しかし、この方法は、均一な厚さの電極を得るのには適しているが、大きな電極表面積を得ることが難しく、上述の大きな電極表面積を有する屈曲若しくは変位をするアクチュエータを得ることはできない。

#### 【0005】

つまり、固体電解質に形成される電極層の形成方法について、大きな電極表面積を有する電極層を得ることが可能な方法で、しかも、電極層の形成に要する工程数を短縮でき、人手も削減することが課題となる。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

そこで、本発明者らは、鋭意検討の結果、固体電解質成形品を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液とが配され、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の還元剤溶液側の界面付近に金属を析出させて固体電解質成形品に電極を形成する電極形成方法を用いることにより、大きな電極表面積を有する電極層を得ることが可能であり、しかも、金属錯体の吸着と還元とを同時に並行して行うことができるので電極層の形成に要する工程数を短縮することが可能なことを見出し、本発明に至った。

#### 【0008】

また、固体電解質に管状若しくは筒状の固体電解質成形品を用いた場合において、還元剤溶液が前記固体電解質成形品の外側面と接するように前記固体電解質成形品を還元剤溶液に浸漬し、金属塩溶液を前記固体電解質成形品の内側に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の外側面に金属を析出させる工程、または、前記固体電解質成形品の外側面が金属塩溶液と接するように前記固体電解質成形品を金属塩溶液に浸漬し、還元剤溶液を前記固体電解質成形品の内側に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、大きな電極表面積を有する電極層を

得ることが可能であり、且つ電極形成に必要な工程数を削減することができることも見出した。この電極形成方法により、管状若しくは筒状の固体電解質成形品の外側面または内面に金属を析出させる際に消耗した金属塩または還元剤を管状体内部に絶えず供給することができ、金属塩溶液または還元剤溶液の濃度調整を厳密に行うことなしに、大きな電極表面積を有する電極層を得ることが可能であり、しかも、金属錯体の吸着と還元とを同時に並行して行うことができるので電極層の形成に要する工程数を短縮することが可能であり、簡易に電極を形成することができる。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

本発明について図を用いて説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。本発明は、固体電解質成形品を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液とが配され、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の還元剤溶液側の界面付近に金属を析出させて固体電解質成形品に電極を形成する電極形成方法である。図1は、本発明の一の実施態様についての図であり、具体的には、本発明の電極形成方法について、箱型の容器に膜状の固体電解質成形品を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液とを配した実施態様についての概略断面図である。固体電解質成形品2は、2面を備えた固体電解質成形品であり、膜状の固体電解質成形品である。固体電解質成形品2は、上部が開いた箱状の容器1の中央付近に設置され、金属塩溶液と還元剤溶液とは固体電解質成形品2を介して分離されるように固体電解質成形品2を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液が配されている。金属塩溶液は、金属塩溶液側の固体電解質成形品界面21から浸透して、還元剤溶液側に移行し、還元剤溶液側の固体電解質形成品界面22へと移行する。この移行により金属塩溶液中の金属錯体が還元剤溶液中の還元剤と反応して還元剤溶液側の固体電解質成形品界面22に金属が析出して金属層を形成し、さらに、金属塩溶液が還元剤溶液側に継続的に移行して、金属層が金属の析出により金属塩溶液側の方向に成長して、フラクタル状の非平滑な金属層が形成される。また、フラクタル状の非平滑な金属層が形成された膜を裏返して、さらに反対側へ、同様の方法でフラクタル状の非平滑な電極を形成することがで

きる。このフラクタル状の非平滑な金属層は、固体電解質層と金属層との界面に広い金属層の表面積（電極表面積）を有しているために、アクチュエータの電極として通電した場合には、平滑な金属層の電極に比べて大きな電気二重層容量および多くの電極活性点を備えているために、通電の際に移動するイオンが増大するためにアクチュエータとしての変位量が増大することとなる。なお、本願において表面積とは、固体電解質層との界面の面積を意味するものである。

#### 【0010】

##### （固体電解質成形品）

本発明において用いる固体電解質成形品は、金属塩溶液と還元剤溶液とを仕切ることができれば形状が特に限定されるものではないが、固体電解質成形品において金属塩溶液の浸透と金属の析出とが均一に起こり易くするために、均一な膜厚さを備えた固体電解質成形品を用いることが好ましい。均一な膜厚さを備えた固体電解質成形品としては、相対する2面を備えた固体電解質成形品、つまり平板上若しくは膜状などの固体電解質成形品を用いることができ、また、管状若しくは筒状の固体電解質成形品も用いることができる。前記の相対する2面は、互いに向かいあう面を2つ備えていれば良く、前記面は平面であっても曲面であってもよく、平滑面であっても粗面であってもよい。なお、固体樹脂成形品の厚さは、特に限定されるものではなく、10cm以内の範囲で形成することができ、2cm以内であることが好ましい。

#### 【0011】

前記固体電解質成形品は、金属塩溶液の浸透が容易であり、加工が容易であることからイオン交換樹脂を主として構成されていることが好ましい。前記イオン交換樹脂としては、特に限定されるものではなく、公知の樹脂を用いることができ、ポリエチレン、ポリスチレン、フッ素樹脂などにスルホン酸基、カルボキシル基などの親水性官能基を導入したものをを用いることができる。特に、前記イオン交換樹脂として、フッ素樹脂にスルホン酸基及び／またはカルボキシル基を導入した陽イオン交換樹脂を用いることが、剛性が適度でありイオン交換量が大きく、耐薬品性及び繰り返し曲げに対する耐久性が良好であるために高分子アクチュエータとして好ましい。なお、前記陽イオン交換樹脂のイオン交換容量は、ア

クチュエータとして大きな変位量を得るために、 $0.8 \sim 3.0 \text{ meq}$ であることが好ましく、 $1.4 \sim 2.0 \text{ meq/q}$ であることがより好ましい。このような樹脂としては、例えばパーフルオロスルホン酸樹脂（商品名「Nafion」、DuPont社製）、パーフルオロカルボン酸樹脂（商品名「フレミオン」、旭硝子社製）、ACIPLEX（旭化成工業社製）、NEOSEPTA（トクヤマ社製）を用いることができる。

#### 【0012】

##### （金属塩溶液）

本発明において用いられる金属塩溶液は、金属塩が溶解されているものであれば、固体電解質成形品の形状にかかわらず、特に限定されるものではなく、公知の溶媒、添加剤等を少量含んでいてもよい。前記金属塩としては、金属の無機塩、有機塩または錯体であれば良いが、イオン化傾向の小さい金属が電気化学的に安定であるために金錯体、白金錯体、パラジウム錯体、ロジウム錯体、ルテニウム錯体等の金属錯体を使用することが好ましく、析出した金属が電極として水中で使用されるため、通電性が良好で電気化学的な安定性に富んだ貴金属からなる金属錯体が好ましく、さらに電気分解が比較的起こり難い金からなる金錯体が好ましい。前記金属塩溶液は、溶媒が特に限定されるものではないが、金属塩の溶解が容易であって取り扱いが容易であることから溶媒が水を主成分とすることが好ましく、前記金属塩溶液が金属塩水溶液であることが好ましい。したがって、前記金属塩溶液としては、金属錯体水溶液であることが好ましく、特に金錯体水溶液または白金錯体水溶液であることが好ましく、さらに金錯体水溶液が好ましい。前記金属塩溶液の金属塩濃度は、固体電解質成形品に析出させる金属量よりも十分な量の金属塩を含んでいれば特に限定されるものではなく、通常は無電解メッキにより電極を形成する場合に用いられる金属塩溶液と同等の濃度を用いることも可能である。

#### 【0013】

##### （還元剤溶液）

本発明において用いられる還元剤溶液は、還元剤が溶解されているものであれば、固体電解質成形品の形状にかかわらず、特に限定されるものではない。前記



還元剤としては、固体電解質成形品に浸透される金属塩溶液に使用される金属塩の種類に応じて、種類を適宜選択して使用することができ、例えば亜硫酸ナトリウム、ヒドラジン、水素化ホウ素ナトリウム等を用いることができる。なお、金属塩を還元する際に、必要に応じて、酸またはアルカリを添加してもよい。前記還元剤溶液の濃度は、金属錯体の還元により析出させる金属量を得ることができるのに十分な量の還元剤を含んでいればよく、特に限定されるものではないが、通常は無電解メッキにより電極を形成する場合に用いられる金属塩溶液と同等の濃度を用いることも可能である。

#### 【0014】

##### (金属塩溶液の浸透)

本発明の電極形成方法は、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させ、前記固体電解質成形品の還元剤溶液側の固体電解質成形品と還元剤溶液との界面の付近で金属塩の還元が行われ、還元により金属が前記界面付近に析出し、成長して電極を形成させるのである。金属塩溶液を固体電解質成形品に浸透させる方法としては、固体電解質の形状にかかわらず、特に限定されるものではなく、電気泳動による方法、金属塩溶液と還元剤溶液の濃度差（浸透圧）を利用する方法、金属塩溶液と還元剤溶液の温度差等を利用した方法など公知の浸透方法により行うことが可能である。金属塩溶液を固体電解質成形品に浸透させる方法は、金属塩溶液に用いられる金属種やその濃度、還元剤溶液に用いられる還元剤種やその濃度に応じて適宜選択することが可能である。温度差を利用した方法により金属塩溶液の浸透を行う場合には、各溶液が沸点以下の良好な流動性を示す温度範囲において、金属塩溶液の液温を還元剤溶液の液温よりも5℃以上高くすることにより、金属塩溶液を固体電解質形成品に短時間で容易に浸透させることができる。

#### 【0015】

##### (管状若しくは筒状の固体電解質成形品)

図2は本発明の他の実施態様についての図であり、本発明に用いられる固体電解質成形品が管状若しくは筒状の固体電解質成形品について実施態様の一例を示した図である。より具体的には、図2は、管状の固体電解質成形品3を外側面が

還元剤溶液と接するように固体電解質成形品3を還元剤溶液に浸漬し、金属塩溶液を固体電解質成形品3の内側の空間部に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質3の外側面方向に浸透させることにより、前記固体電解質成形品3の外側面と還元剤溶液の界面付近に金属を析出させる工程を行った場合の実施態様についての概略図である。固体電解質成形品3は、各開口部に、金属塩溶液を導くための導管4と排出するための排水管5とを連通するように備えている。金属塩溶液は、導管4の端部41から導入されて固体電解質成形品3の内側の空間部へと送られ、排水管5の端部51から排出される。金属塩溶液は、固体電解質成形品3の空間部へと送られ、固体電解質成形品3の外側面へと浸透し、浸透した金属塩が固体電解質成形品3の外側面付近で還元されて析出し、金属層である電極が形成される。

#### 【0016】

管状若しくは筒状の固体電解質成形品の外側面が還元剤溶液と接するように前記固体電解質成形品を還元剤溶液に浸漬し、金属塩溶液を前記固体電解質成形品の内側に流して、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の外側面に金属を析出させる工程を用いた場合には、本発明の電極の金属塩溶液を前記管状体の内側に流して前記金属塩溶液を前記固体電解質に浸透させているので、金属の析出によって内側の空間部での金属塩溶液の金属塩濃度が低下しても、新たな金属塩溶液が流れていることにより固体電解質成形品の内側の空間部での金属塩溶液濃度をほぼ一定に保つことが可能であるため、析出による金属濃度減少を考慮して金属塩溶液を調整する必要がないので、工程作業も容易である。金属塩溶液を管状体の内側の空間部に流す方法としては、金属塩溶液を流動させる方法であれば特に限定されるものではない。なお、管状若しくは筒状の固体電解質成形品を用いる本発明の電極形成方法は、金属塩溶液を流して循環させるために循環用チューブを管状若しくは筒状の固体電解質成形品の両端に取り付け、金属塩溶液を循環させるためのポンプと金属塩溶液の温度調整可能な金属塩溶液タンクとを前記循環用チューブを介して接続して、金属塩溶液を循環可能にする電極形成方法が好ましい。

#### 【0017】

また、図2においては、本発明の電極の製造方法において金属塩溶液を前記管状体の内側に流して前記金属塩溶液を前記固体電解質に浸透させる実施態様を示した図であるが、本発明の電極の製造方法は還元剤溶液を前記管状体の内側に流して前記金属塩溶液を前記固体電解質に浸透させる実施態様も可能である。この方法の場合、金属塩溶液は管状体の内側面方向に浸透し、内側面において電極である金属層が形成され、金属の析出によって内側の空間部での還元剤溶液の還元剤濃度が低下しても、新たな還元剤溶液が流れていることにより固体電解質成形品の内側の空間部での還元剤溶液濃度をほぼ一定に保つことが可能であるので、金属塩の還元による還元剤濃度の減少を考慮して還元剤溶液を調整する必要がないので、工程作業も容易である。

#### 【0018】

(アクチュエータ)

本発明の電極形成方法を用いることにより、固体電解質成形品に固体電解質層と金属の電極層との複層体を得られるのであるが、この複層体は、そのまま若しくは公知の方法を適宜施すことによりアクチュエータとして用いることができる。したがって、固体電解質成形品の還元剤溶液側に金属を析出させて固体電解質成形品に電極を形成した後に、洗浄剤による洗浄工程を行っても良く、レーザー光を金属電極が形成されたイオン交換樹脂成形品に照射して金属電極の一部を削って電極間の絶縁帯を設けても良い。イオン交換樹脂成形品に含まれるカチオンをアルキルアンモニウムイオンとしても良い。

#### 【0019】

##### 【実施例】

以下、本発明の実施例及び比較例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### 【0020】

##### (実施例1)

膜厚200 $\mu$ mの膜状フッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製、イオン交換容量1.44 meq/g）を固体電解質成形品とし、前記イオン交換樹脂成形品の膜の両面に#800のアル

ミナ粒子で表面粗化を行った後、前記イオン交換樹脂成形品を上部が開口した箱状である公知のプラスチック製容器の間仕切りとなるように設置して、一方の側にジクロロフェナントロリン金水溶液（濃度：1.0重量%）を配置し、他方の側には亜硫酸ナトリウム水溶液（濃度：5重量%）を配置した。前記ジクロロフェナントロリン金水溶液を前記亜硫酸ナトリウム水溶液に比べて5℃高くなるように保持して、6時間ジクロロフェナントロリン金錯体を還元し、亜硫酸ナトリウム側の表面付近に金を析出させて電極を形成し、さらに電極が形成された膜（イオン交換樹脂成形品）を裏返して、電極が形成された面の反対側の面へ同様の方法により電極を形成させた。この相対向する2つの面の両側面に電極が形成されたイオン交換樹脂成形品を1.0mm×8mmの大きさに切断して実施例1のアクチュエータを得た。

#### 【0021】

##### （実施例2）

イオン交換容量1.44 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）に替えて、イオン交換容量1.80 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）を得たこと以外は、実施例1と同様にして、実施例2のアクチュエータを得た。

#### 【0022】

##### （実施例3）

フッ素樹脂系イオン交換樹脂からなるチューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製、イオン交換容量1.44 meq/g）を公知の押出成形方法により管状としたパーフルオロカルボン酸チューブ（イオン交換容量1.44 meq/g、内径0.57 mm、外径0.65 mm）の両端に、前記パーフルオロカルボン酸チューブと内径及び外径が同じプラスチックチューブ（シリコン製）を取り付けて、上部が開口した箱状である公知のガラス製容器に満たされた亜硫酸ナトリウム水溶液（濃度：10重量%）に前記パーフルオロカルボン酸チューブを浸漬した。前記パーフルオロカルボン酸チューブに取り付けたシリコン製チューブの一方からジクロロフェナントロリン金水溶液（濃度：1.0重量

%) を流し入れ、公知のチューブポンプを用いてジクロロフェナントロリン金水溶液（濃度：1.0重量%）循環させた。前記ジクロロフェナントロリン金水溶液を前記亜硫酸ナトリウム水溶液に比べて5℃高くなるように8時間循環させて、亜硫酸ナトリウム側の外側面付近に金を析出させて電極を形成した。次いで、表面に金電極が形成したイオン交換樹脂成形品を取り出し、70℃の水で1時間洗浄した。外側面に電極が形成された管状体であるイオン交換樹脂成形品に、エキシマレーザー照射装置を用いて、管状体の縦方向（長手方向）に絶縁溝を形成することにより電極部を長手方向に4分割された縦長の電極とし、長さ8mmに切断して実施例3のアクチュエータを得た。

### 【0023】

#### （実施例4）

イオン交換容量1.44 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂チューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）に替えて、イオン交換容量1.80 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂チューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）を得たこと以外は、実施例3と同様にして、実施例4のアクチュエータを得た。

### 【0024】

#### （比較例1）

膜厚200  $\mu$ mの膜状フッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製、イオン交換容量1.44 meq/g）に、#800のアルミナ粒子で表面粗化を行った後、下記(1)～(3)の工程を8サイクル繰り返して実施し、イオン交換樹脂成形品表面へ金電極を形成させた。(1)吸着工程：ジクロロフェナントロリン金塩化物水溶液に12時間浸漬し、成形品内にジクロロフェナントロリン金錯体を吸着させ、(2)析出工程：亜硫酸ナトリウムを含む水溶液中で、吸着したジクロロフェナントロリン金錯体を還元して、イオン交換樹脂成形品表面に金電極を形成させた。このとき、水溶液の温度を60～80℃とし、亜硫酸ナトリウムを徐々に添加しながら、6時間ジクロロフェナントロリン金錯体の還元を行った。次いで、(3)洗浄工程：表面に金電極が形成したイオン交換樹脂成形品を取り出し、70℃の水で1時間洗浄した。得られ

た金電極が形成されたイオン樹脂成形品を1.0mm×8mmの大きさに切断して比較例1のアクチュエータを得た。

#### 【0025】

##### (比較例2)

また、イオン交換容量1.44 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）に替えて、イオン交換容量1.80 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）を得たこと以外は、比較例1と同様にして、比較例2のアクチュエータを得た。

#### 【0026】

##### (比較例3)

膜状フッ素樹脂系イオン交換樹脂成形品に替えて、フッ素樹脂系イオン交換樹脂チューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製、イオン交換容量1.44 meq/g）を公知の押出成形方法により管状としたパーフルオロカルボン酸チューブ（イオン交換容量1.44 meq/g、内径0.57 mm、外径0.65 mm）を用いたこと以外は比較例1と同様にして、イオン交換樹脂成形品表面へ金電極を形成させた。#800のアルミナ粒子で表面粗化は、管状としたパーフルオロカルボン酸チューブの外面に行った。外側面に電極が形成された管状体であるイオン交換樹脂成形品に、エキシマレーザー照射装置を用いて、管状体の縦方向（長手方向）に絶縁溝を形成することにより電極部を横方向に4分割された縦長の電極とし、長さ8 mmに切断して比較例3のアクチュエータを得た。

#### 【0027】

##### (比較例4)

イオン交換容量1.44 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂チューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）に替えて、イオン交換容量1.80 meq/gのフッ素樹脂系イオン交換樹脂チューブ（パーフルオロカルボン酸樹脂、商品名「フレミオン」、旭硝子社製）を得たこと以外は、比較例3と同様にして、比較例4のアクチュエータを得た。

## 【0028】

(評価)

実施例1及び2並びに比較例1および2のアクチュエータについて、それぞれの電極端部に、白金プレートを対向電極とし、アクチュエータを水中に保持し、リードを介して電源と接続して、電圧を印加し（0.1Hz、2.0Vの方形波）、変位量を測定した。また、実施例3及び4並びに比較例3及び4のアクチュエータについては、一組の対向する電極をそれぞれ陰極と陽極とし、それぞれの電極端部に、白金プレートを対向電極とし、アクチュエータを挟み水中に保持し、リードを介して電源と接続して、電圧を印加し（0.1Hz、2.0Vの方形波）、変位性を測定した。なお、変位量は、実施例1～4並びに比較例1～4のアクチュエータの一端から6mmの位置で固定し、固定位置から5mmの位置の変位量を確認し、下記の基準により評価した。結果を表1に示す。

## 【0029】

【表1】

		実施例				比較例			
		1	2	3	4	1	2	3	4
イオン交換容量 (meq/g)		1.44	1.80	1.44	1.80	1.44	1.80	1.44	1.80
形状		膜状	膜状	管状	管状	膜状	膜状	管状	管状
電 極 の 形 成	工程数	1	1	1	1	3	3	3	3
	工程繰返し数 (サイクル)	1	1	1	1	8	8	8	8
	変位量 (mm)	1	2	0.5	0.8	1	2	0.5	0.8

## 【0030】

実施例1の膜状であるアクチュエータは、変位量が1mmであり、比較例1のイオン交換容量が同じであって膜状のアクチュエータと比較して同じ変位量を示し、良好な柔軟性を示す高分子アクチュエータであった。実施例2の膜状のアクチュエータについても、変位量が2mmであり、比較例2のイオン交換容量が同じであって膜状のアクチュエータと比較して同じ変位量を示し、良好な柔軟性を示す高分子アクチュエータであった。実施例3及び4の管状アクチュエータは、イオン交換容量が同じである比較例3及び4のそれぞれ管状アクチュエータと同

等の変位量を示し、良好な柔軟性を示す高分子アクチュエータであった。

#### 【0031】

本発明の製造方法により電極が形成された実施例1～4のアクチュエータは、イオン交換樹脂成形品の形状とイオン交換容量とが対応する比較例1～4のアクチュエータと変位量が同等であり、従来の方法により電極が形成された場合と変位量が変わることがなかった。比較例1～4において、従来の電極形成方法としてアクチュエータの電極を形成するための工程は吸着工程、還元工程及び洗浄工程の3工程を8回繰り返した。これに対して、実施例1～4では、本発明の電極形成方法として電極形成に要する工程は、金属錯体の浸透と還元とが1工程で行われて、繰返しも行われなかった。このため、実施例1～4は、比較例1～4に比べて電極を形成するために要した時間が10分の1～7分の1程度に短縮することができた。

#### 【0032】

また、比較例1～4のアクチュエータを得るに際しては、電極の形成のために、吸着工程、還元工程及び洗浄工程の各工程ごとに固体電解質成形品を溶液から引き上げる必要があるので、人手を要し、機械化した場合であっても大掛かりな装置が必要となる。これに対して実施例1～4のアクチュエータは、吸着工程、及び還元工程を1工程で行うことができ、必要な量の金属錯体の吸着を連続して行うことができるために、従来の電極形成方法である比較例1～4に比べて、人手を削減することができ、自動化も容易である。

#### 【0033】

##### 【発明の効果】

固体電解質層と電極部を備えたアクチュエータの製造において、電極の形成に本発明の電極形成方法を用いることにより、電極の形成に必要な工程数を少なくすることができるので、アクチュエータの製造に必要な時間を大幅に削減することが可能となり、アクチュエータの大量生産が可能となる。また、吸着若しくは還元のために溶液に浸漬した固体電解質を引き上げることが1回で行うことができ、人手を削減することができアクチュエータの製造を容易に自動化することが可能となる。



**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】** 本発明の一の実施態様の概略断面図。

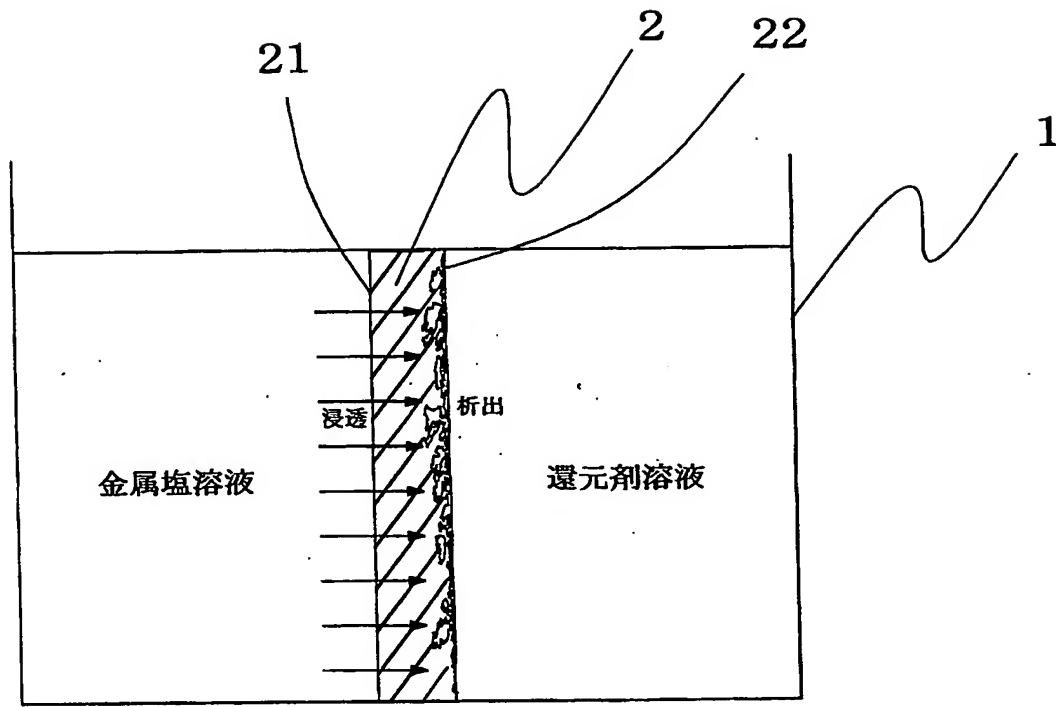
**【図 2】** 本発明の他の実施態様の概略図。

**【符号の説明】**

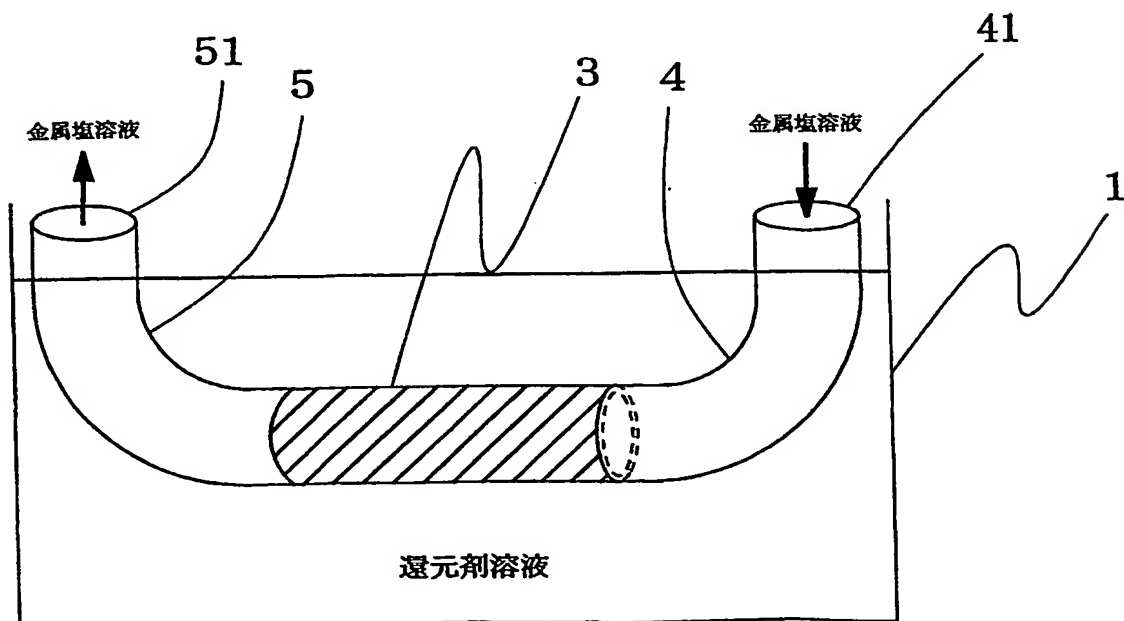
- |     |                    |
|-----|--------------------|
| 1   | 容器                 |
| 2   | 固体電解質成形品           |
| 2 1 | 金属塩溶液側の固体電解質成形品の界面 |
| 2 2 | 還元剤溶液側の固体電解質成形品の界面 |
| 3   | 管状の固体電解質成形品        |
| 4   | 導管                 |
| 4 1 | 導管の端部              |
| 5   | 排水管                |
| 5 1 | 排水管の端部             |

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固体電解質に形成される電極層の形成方法について、大きな電極表面積を有する電極層を得ることが可能な方法で、しかも、電極層の形成に要する工程数を短縮でき、人手も削減する電極層の形成方法を提供する。

【解決手段】 固体電解質成形品を挟んで金属塩溶液と還元剤溶液とが配され、前記金属塩溶液を前記固体電解質成形品に浸透させることにより、前記固体電解質成形品の還元剤溶液側の界面付近に金属を析出させて固体電解質成形品に電極を形成する電極形成方法を用いる。

【選択図】 図 1

特願 2002-244196

出願人履歴情報

識別番号

[302014860]

1. 変更年月日

2002年 3月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府池田市宇保町5番16-608号

氏 名

イーメックス株式会社